

ВЛИЯНИЕ ПОДОГРЕВА ШИХТЫ НА ЛЕНТЕ ПЕРЕД ЗАЖИГАНИЕМ НА ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ МАШИНЫ

Аннотация

Рассмотрены результаты промышленных исследований влияния подогрева агломерационной шихты на ленте перед зажиганием Карагандинского металлургического комбината. Сопоставлены 4 режима агломерации железной руды по основным параметрам, характеризующим работу горна, вакуум-камер и количеству углерода, перешедшего из шихты в газ. Полученные результаты свидетельствуют об увеличении производительности агломерационной машины и снижении удельного расхода твердого и газообразного топлив.

Ключевые слова: агломерационные машины, шихта, подогрев шихты, сушка шихты, агломерата, выход годного, удельный расход топлива, качество агломерата.

В момент контакта под горном влажной шихты с высокотемпературным теплоносителем в шихте начинается образование зоны сушки, из которой выходит насыщенный водяными парами газ [1]. В нижерасположенных, непосредственно прилегающих к зоне сушки элементах слоя газ охлаждается и, если температура шихты ниже температуры росы, происходит конденсация водяных паров. Следствием этого является переувлажнение шихты и снижение газопроницаемости слоя из-за его уплотнения в результате воздействия динамического и статического давления газового потока и собственного веса шихты. За короткий промежуток времени происходит изменение температуры газа, поступающего в зону сушки, с 1000...1200 до 300...400 °С за счет образования между последней и поверхностью слоя буферной сухой зоны.

Предварительный подогрев шихты до температуры, превышающей температуру точки росы, предложенный В. В. Виноградовым [2], позволяет в значительной мере увеличить производительность агломашины и экономить твердое топливо. Шихта нагревается путем добавки к ней горячего возврата, в смесительных барабанах паром или продуктами сжигания газа, а также непосредственно на аглоленте за счет просасывания через слой горячего воздуха перед зажиганием шихты.

В техническом проекте Уралмашзавода рабочая поверхность агломерационной машины К1-204/312 была разделена на зоны (рис. 1): зону подогрева шихты, зону спекания, в начале которой устанавливался зажигательный горн, и зону предварительного охлаждения агломерата [3]. По предложению института Механобр горячие газы с температурой около 250 °С отсасываются из первых вакуум-камер зоны охлаждения и нагнетаются в камеры зоны подогрева. Проходя сквозь шихту снизу вверх, они нагревают ее на 40–50 градусов. Расход горячего воздуха в зависимости от высоты слоя составляет 650–950 м³/т шихты. Над зоной подогрева шихты установлен зонд, в который отработанные газы дымососом собираются,

очищаются от пыли и выбрасываются в атмосферу. Институтом Уралмеханобр было предложено горячие газы из зоны охлаждения подавать в зонд над зоной подогрева и просасывать их в течение 2–5 минут через шихту сверху вниз, подключив первые камеры агломашины к сборному коллектору. При этом для образования зоны сушки задалживается меньшая, чем по предложению Механобра, площадь агломашины.

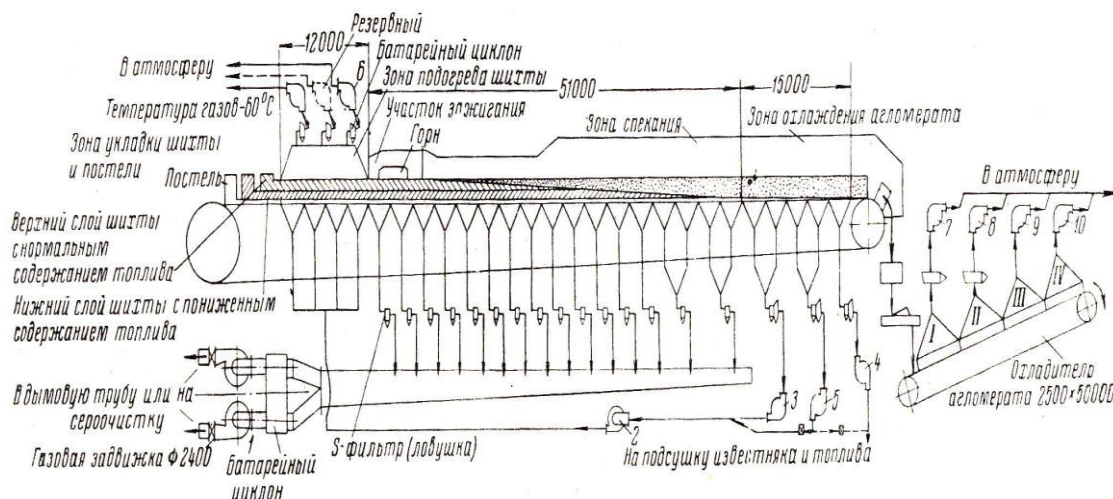


Рис. 1. Схема зон и газовых потоков агломашины К1-204/312

Информации о реализации в СССР технологии подогрева шихты на аглоленте перед зажиганием авторы не имеют. Указанная технология широко применяется для экономии энергоресурсов за рубежом (Япония, Германия, Бельгия и др.) [4]. Так, в Японии на агломашине площадью спекания 460 м² в результате подачи в слой шихты перед зажигательным горном воздуха с температурой 280 °С от охладителя агломерата удалось сократить расход коксика на 4,8 кг/т агломерата и коксового газа в горн на 1 м³/т агломерата и увеличить прочность агломерата при незначительном снижении производительности агломашины.

Величина воздействия подогрева шихты воздухом на агломашине на газодинамику слоя и расход топлива зависит от свойств шихты и может быть определена лишь экспериментальным путем.

Исследования проводили на агломашине № 5 площадью спекания 336 м² (84x4 м, 28 вакуум-камер) Карагандинского металлургического комбината. Предварительными расчетами [5] подогрева шихты на машине прососом воздуха с температурой 300–400 °С перед зажиганием было получено, что минимальное время подогрева, необходимое для образования сухой зоны высотой, равной высоте зоны сушки в основном периоде процесса спекания, составляет ~2 минуты. При проведении исследований отключали или уменьшали расход газа на горелки I секции горна (рис. 2), определяли состав и температуру продуктов сгорания по длине горна, а также состав отходящего из слоя газа, фиксировали показания контрольно-измерительных приборов. Горн отапливался смесью коксового и доменного газов с $Q_p^H = 6,5\text{--}7,0$ МДж/м³ и имел 18 горелок, установленных в боковых стенах.

Сопоставляли 4 режима работы агломашины (таблица): 1-й – обычный режим, шихта с известью, высота слоя 450, в т. ч. постели – 20 мм; 2-й режим – газ на I секцию отключен, все 8 горелок потушены, расход воздуха на I секцию увеличен с 15,4 до 33,0 тыс. м³; 3-й – обычный режим, шихта без извести, высота слоя 415 мм в т. ч. постели – 20 мм, 4-й – расход газа

на I секцию снижен с 4775 до 1300 м³, 4 первые горелки потушены, расход воздуха увеличен с 19,0 до 33,0 тыс.м³. Горн отапливался смесью коксового и доменного газов с $Q_p^p = 6,5-7,0$ МДж/м³.

Таблица 1

Показатели работы агломашины

Наименование показателей	Режимы			
	1	2	3	4
Высота слоя шихты с постелью, мм	450	450	415	415
Расход коксодоменной смеси на отопление горна, м ³ /ч:	9285	6970	9475	7890
I секция	4350	0	4775	1300
II секция	3125	5170	2900	4790
III секция	1810	1800	1800	1800
Расход воздуха в горн, тыс. м ³ /ч:	43,86	61,23	47,00	62,50
I секция	15,41	33,00	19,00	33,00
II секция	14,25	14,00	14,00	16,20
III секция	14,20	14,23	14,00	13,50
Температура кладки горна, °С:				
I секция	1168	н.д.	1185	н.д.
II секция	1077	1205	1088	1207
III секция	840	1007	870	960
Скорость движения аглоленты, м/мин	2,26	2,27	2,57	2,51
Вертикальная скорость спекания, мм/мин	11,57	12,51	12,09	12,71
Производительность агломашины, т/ч	263,5	275,3	278,6	272,9
Состав шихты, %:				
Лисаковский ГМК	51,5	52,3	55,7	54,0
Лисаковский ОМК	2,4	2,2	0,0	0,3
Рудная смесь	25,0	24,8	22,9	24,4
Известняк	14,4	14,8	15,6	15,0
Известь	1,3	1,2	0,0	0,0
Коксик	3,5	4,7	5,8	5,3
Уголь	1,9	0,0	0,0	0,0
Содержание возврата в шихте, %	13,5	10,1	12,3	12,4
Содержание влаги в шихте, %	6,9	6,9	6,6	6,5
Содержание углерода в шихте (без возврата), %	6,10	5,56	6,54	6,23
в т.ч. горючего	4,18	3,55	4,57	4,20
Выход годного из влажной шихты, %	65,3	68,2	65,8	66,0
Концентрация горючего углерода в шихте, кг/м ³ шихты	58,2	51,4	64,8	59,5
Содержание в агломерате с ПУ № 12, %				
фракции -5 мм	11,6	10,5	12,9	12,0
заиси железа	12,66	11,73	12,77	14,17
Разрежение, даПа:				
в вакуум-камерах	1314	1374	1263	1303
в коллекторе получистого газа	1429	1455	1365	1400
перед нагнетателями	1537	1556	1482	1500
Температура газа, °С:				
в коллекторе получистого	117	108	148	128
перед нагнетателями	76	65	92	81

Расход газа на горн в опытных режимах по сравнению с обычным был уменьшен соответственно на 2315 и 1585 м³/ч или на 24,9 и 16,7 %. При этом, сокращая газ на секцию I, увеличивали его расход в секции II, оставляя без изменения секцию III. Температура продуктов сгорания (рис. 3), используемых для подогрева шихты над двумя первыми вакуум-камерами, составляла 330–350 (2-й режим) и 450–480 °С (4-й режим). Температура во второй секции горна возросла на 120–150 градусов. Аналогично изменению температуры изменилась концентрация CO₂ и O₂ в продуктах сгорания. При сопоставлении состава продуктов сгорания на входе и выходе из слоя спекаемой шихты видно, что в обычных режимах шихта зажигалась над вакуум-камерой № 1, в опытных режимах (2-й и 4-й) – над вакуум-камерой № 3. Таким образом, площадь спекания в опытных режимах уменьшилась на 2 камеры или на 7,1 %, время подогрева составило 2,4–2,6 минуты.

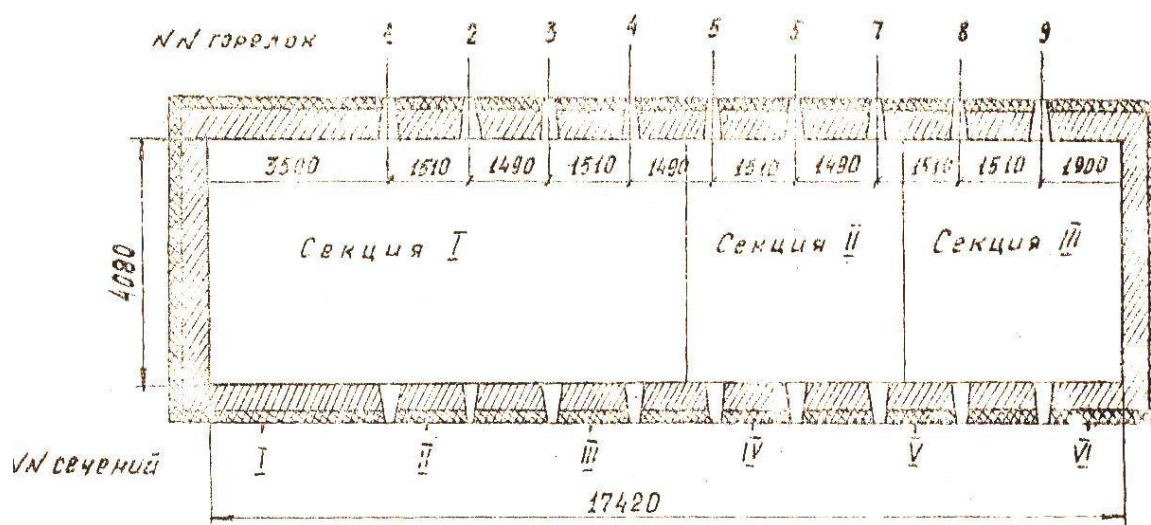


Рис. 2. Схема горна и расположения сечений для определения состава и температур продуктов сгорания

По изменению состава газа на входе и выходе из слоя рассчитали количество углерода, перешедшего из шихты в газ (рис. 4). Следует, что количество углерода, перешедшего в газ, над каждой из 8 первых вакуум-камер в опытных режимах меньше, чем в обычных (исключение составляет камера № 3). Указанное связано, во-первых, с тем, что зажигание шихты в опытных режимах реализуется на 2 камеры позднее, чем в обычных, и, во-вторых, с отличием в режимах абсолютного содержания углерода в шихте.

На рис. 5 показано отношение углерода, перешедшего в газ, к концентрации углерода в шихте и изменение этого отношения по сравнению с обычным режимом в одинаковые от начала зажигания моменты времени. Как видно, доля выгоревшего из шихты углерода на начальном участке, протяженностью равной ~ 24 % времени от момента зажигания, была значительно выше в опытных режимах (на подогретой перед зажиганием шихте), чем в обычном. Скорость спекания на этом участке агломашины возросла в 1,32 (режим 2) и 1,29 раза (режим 4).

Технологические показатели работы агломашины в опытные режимы изменились следующим образом (см. табл. 1).

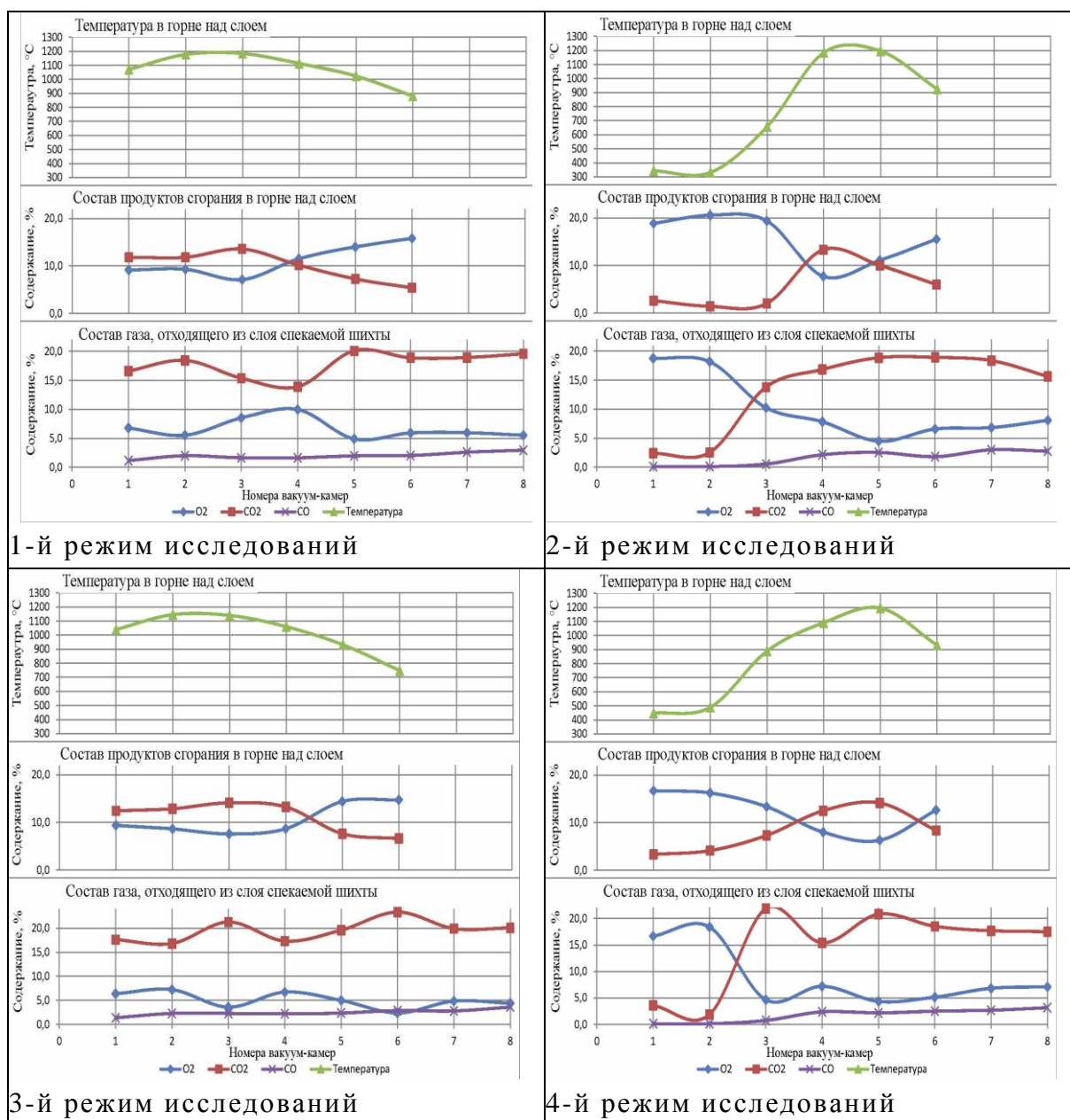


Рис. 3. Температура в горне, состав газа на входе и выходе из слоя

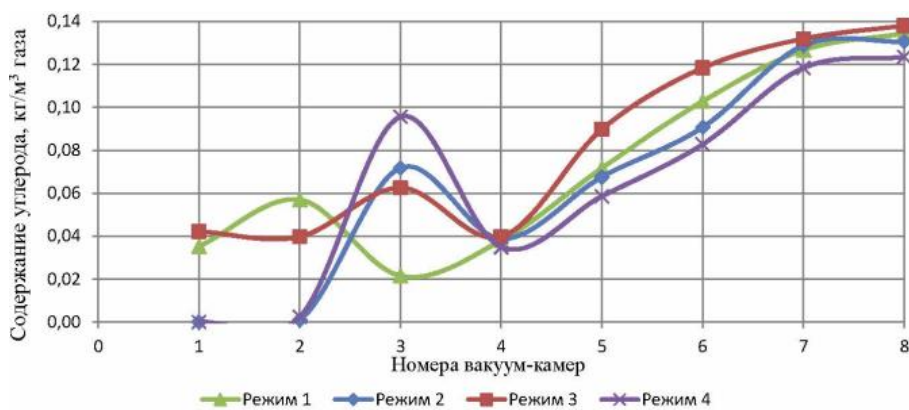


Рис. 4. Количество углерода, перешедшего из шихты в газ

При полном отключении газа на I секцию (режим 2) скорость движения ленты осталась без изменения, вертикальная скорость спекания (считая с момента зажигания шихты) возросла по сравнению с обычным режимом на 8,1 %. Уменьшилось количество возврата, и производительность агломашины за счет увеличения выхода годного возросла на 4,5 %, при этом сократился с 5,4 до 4,7 % расход топлива в шихту. Отметим, что в обычном режиме топливо имело следующий состав: 65 % коксик и 35 % угли, в опытном – 100 % коксик. Температура газа в сборном коллекторе в опытном режиме была ниже, чем в обычном. Содержание мелочи в агломерате на перегрузочном узле № 12 (ПУ–12) сократилось с 11,6 до 10,5 % при одновременном снижении закисы железа с 12,66 до 11,73 %. При этом агломерат на ПУ–12 опробовался с 2 агломашин, агломашина №7 была остановлена на ремонт.

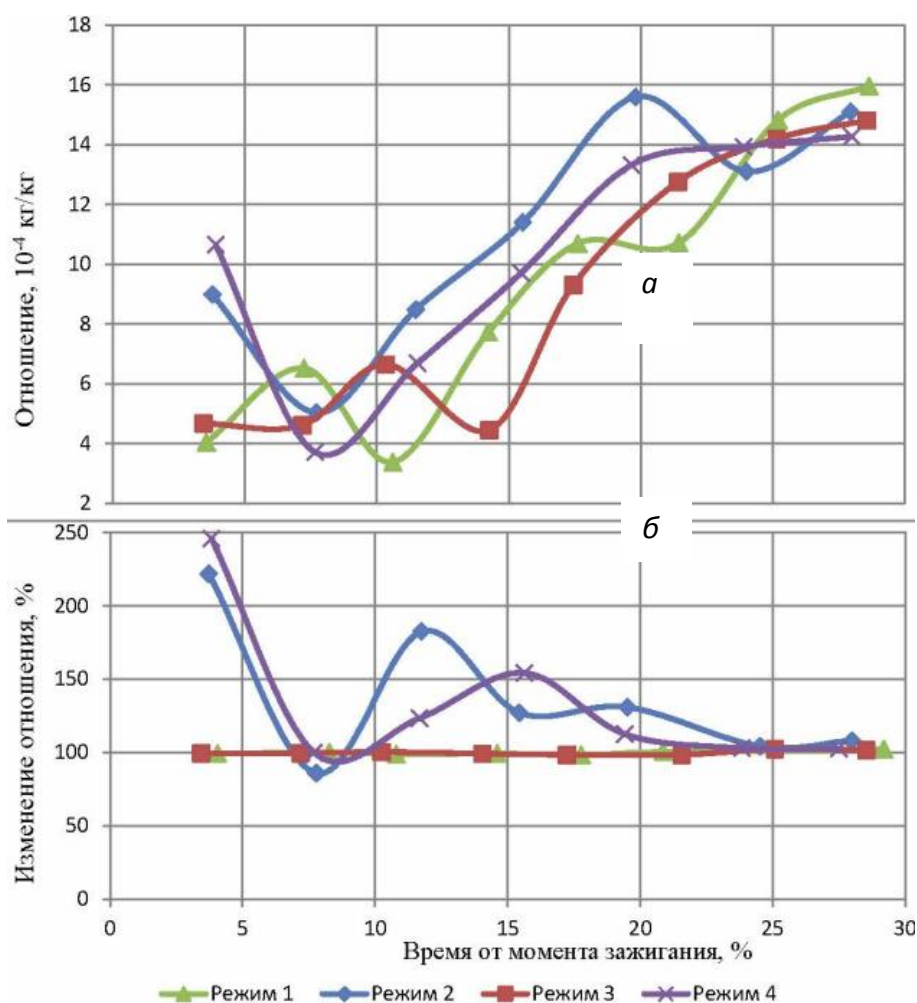


Рис. 5. Отношение углерода, перешедшего из шихты в газ, к концентрации углерода в шихте – а и изменение отношения по сравнению с обычным – б

При работе агломашин без подачи извести в шихту высота слоя была уменьшена до 415 мм. В опытном режиме (режим 4) скорость движения ленты снизилась по сравнению с обычным (режим 3) на 2,3 %, вертикальная скорость спекания увеличилась на 5,1 %, выход годного агломерата не изменился и производительность агломашин уменьшилась на ~ 2 %. Расход топлива в опытном режиме сократился с 5,8 до 5,3 %, снизилась температура газа в сборном коллекторе. Содержание мелочи в агломерате на ПУ–12 (опробовались 3 аглома-

шины) сократилось с 12,9 до 12,0 %, а закись железа, несмотря на снижение расхода топлива на агломашине №5, возросла с 12,77 до 14,175 %.

Выводы

1. Подогрев шихты на ленте перед зажиганием способствовал интенсификации горения твердого топлива в слое. На начальном участке, протяженностью по времени равной ~ 24 % времени спекания, доля выгоревшего из шихты углерода в опытных режимах была в 1,29–1,32 раза больше, чем в обычных режимах, и, как следствие, вертикальная скорость спекания в этих режимах возросла на 5–8 %.

2. Производительность агломашин в опытных режимах, несмотря на сокращение площади спекания на 7 %, при спекании шихты с известью увеличилась на 4,5 (за счет роста выхода годного), при спекании шихты без извести уменьшилась на 2,0 %. Расход топлива в этих режимах был меньше, чем в обычных: твердого на 13,0 и 8,6 %, газообразного – на 24,9 и 16,7 %. Содержание мелочи в агломерате на ПУ–12 снизилось с 11,6 до 10,5 и с 12,9 до 12,0 %.

3. На основании вышеприведенных результатов считаем целесообразным дальнейшее проведение промышленных исследований по внедрению способов подогрева шихты на ленте перед зажиганием с целью снижения расхода топлива и увеличения выхода годного агломерата.

Список использованных источников

1. Сигов А. А. Перераспределение влаги при агломерации железных руд // Известия вузов. Черная металлургия. 1958. № 8. С. 6–11.

2. Виноградов В. В. Работа агломерационных машин при повышенной начальной температуре шихты // Труды НТО ЧМ. М.: Металлургиздат, 1956. Т. 2. С. 225–248.

3. Опыт проектирования обогатительных, агломерационных и окомковательно-обжиговых фабрик // Материалы расширенного пленума Научно-технического совета института Механобр / под редакцией В. И. Фадеева и М. В. Ушакова. Ленинград, 1961, 326 с.

4. Савицкая Л.И. Экономия энергоресурсов в агломерационном производстве: обзорная информация / Ин-т "Черметинформация", сер. "Подготовка сырьевых материалов к металлургическому переделу и производство чугуна". М., 1983. Вып. 5. 37 с.

5. Фролов Ю. А., Герасимов Л. К. Особенности начального периода агломерации тонкоизмельченных концентратов // Тезисы докладов на Всесоюзном научно-техническом семинаре «Интенсификация агломерационного процесса и улучшение качества агломерата при спекании тонкоизмельченных концентратов» (г. Липецк). М., 1975. С. 43–45.